

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 08007250  
PUBLICATION DATE : 12-01-96

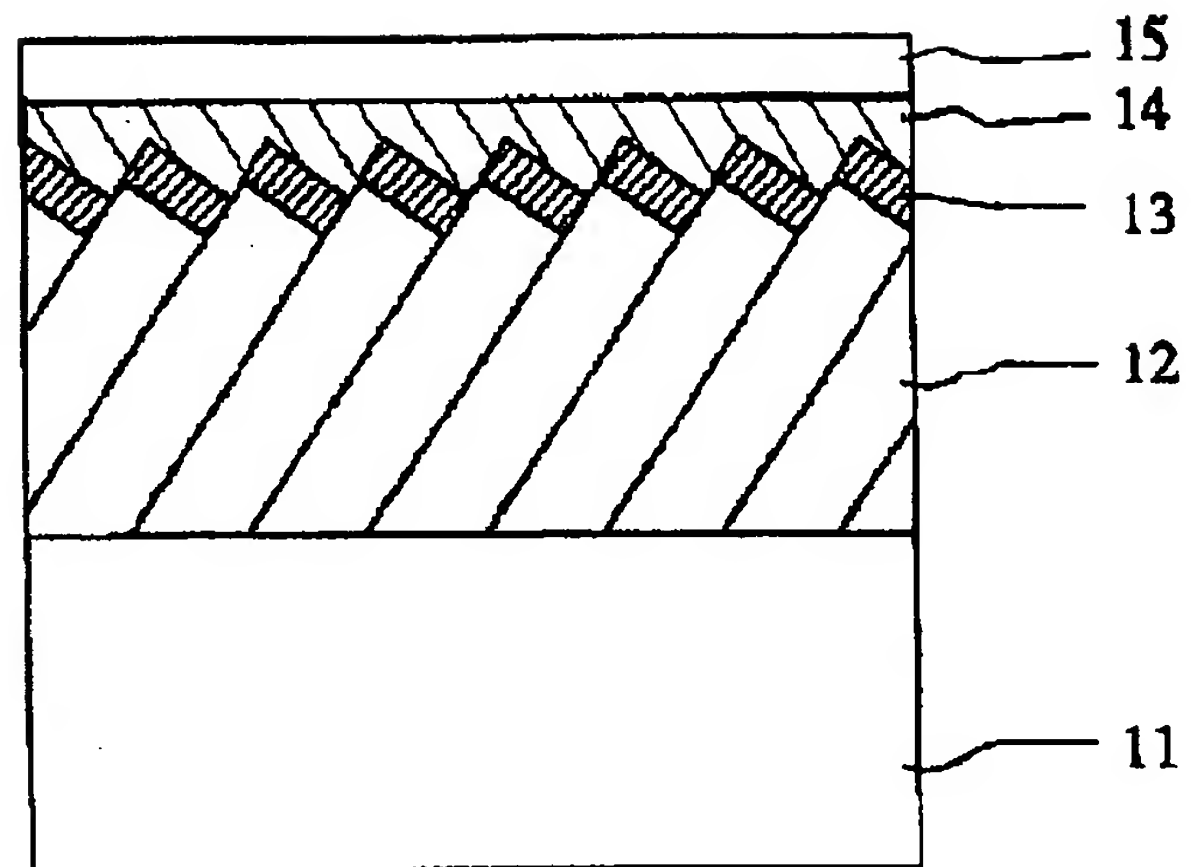
APPLICATION DATE : 14-06-94  
APPLICATION NUMBER : 06131571

APPLICANT : HITACHI LTD;

INVENTOR : FUTAMOTO MASAOKI;

INT.CL. : G11B 5/66 G11B 5/02 G11B 5/85

TITLE : MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND  
MAGNETIC STORAGE DEVICE USING  
THIS MEDIUM



ABSTRACT : PURPOSE: To obtain a magnetic recording medium using a smooth substrate and having high intransurface magnetic anisotropy, and high coercive force and a magnetic storage device using the medium.

CONSTITUTION: When a nonmagnetic underlayer 12, a magnetic layer 13 and a protective layer 14 are successively laminated on a nonmagnetic substrate 11 to obtain a magnetic recording medium, the substrate 11 is made of a substrate of glass, carbon, silicon, etc., having a smooth surface, the angle of inclination of columnar grains constituting the underlayer 12 is regulated to the range of 20-50° from the normal direction of the substrate 11 and the ratio ( $t_1/t_2$ ) of the thickness ( $t_1$ ) of the magnetic layer 13 to the thickness ( $t_2$ ) of the underlayer 12 is regulated to  $\leq 0.2$ . High density recording is possible.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-42326

(P2002-42326A)

(43)公開日 平成14年2月8日(2002.2.8)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マ-ト\*(参考)

G 1 1 B 5/738

G 1 1 B 5/738

5 D 0 0 6

5/64

5/64

5/65

5/65

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願2000-219220(P2000-219220)

(71)出願人 000006633

京セラ株式会社

(22)出願日 平成12年7月19日(2000.7.19)

京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町6番地

(72)発明者 中山 匡仁

鹿児島県姶良郡隼人町内999番地3 京セ

ラ株式会社鹿児島隼人工場内

Fターム(参考) 5D006 BB02 BB07 CA01 CA05 CA06

CB04 CB07 DA03 FA09

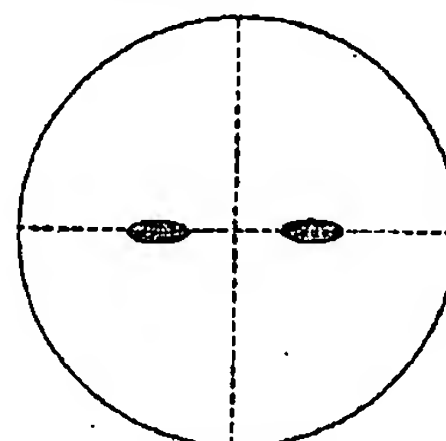
(54)【発明の名称】 磁気記録媒体

(57)【要約】

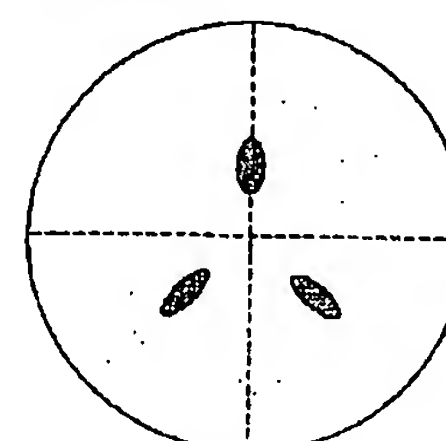
【課題】単結晶基板に起因する保磁力の異方性(モジュレーション)という課題を解消し、媒体面内において保磁力異方性の極めて少ない、かつ超平滑な高記録密度に適した磁気記録媒体を提供する。

【解決手段】単結晶基板上にTaもしくはSiからなるシード膜と、NiAlbcc(110)配向面を有するシード膜と、Crbcc(110)配向面を有する下地膜と、Cohcp(100)配向面が媒体面内方向に対し傾斜し、かつ媒体面内で各配向が120°の間隔になるよう3つの配向面を設けて成るCoCr系合金の磁性膜とを順次積層してなる磁気記録媒体。

試料No.3



試料No.4



【特許請求の範囲】

【請求項1】単結晶基板上にTaもしくはSiからなるシード膜と、NiAlbcc(110)配向面を有するシード膜と、Crbcc(110)配向面を有する下地膜と、Cohcp(100)配向面が媒体面内方向に対し傾斜し、かつ媒体面内で各配向が $120^\circ$ の間隔になるよう3つの配向面を設けて成るCoCr系合金の磁性膜とを順次積層してなる磁気記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、優れた平滑性を有し、さらに記録密度を高めた磁気記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、ハードディスクの記録密度が $5\text{Gb/in}^2$ を越える程度にまで高密度化してきたが、それに使用する磁気ディスク用基板として、ガラス基板やアルミニウム基板を使用すると、表面平滑性、低比剛性、対衝撃性の低さの点で不十分であり、磁気記録媒体として今後の高記録密度への対応が困難である。

【0003】この課題を解消すべく、基板の平滑化に伴う等方向性テクスチャーによる保磁力低下を改善し、これによって磁気記録媒体の高記録密度への対応させるために、基板上に酸素を含有したアモルファス状の非磁性金属あるいは表面側の金属原子に酸素が結合したアモルファス状の非磁性金属のシード膜を形成し、その上に形成する下地層や磁性層に対し、結晶微細化作用および特定の結晶方位をもたせ、保磁力を向上させる技術が提案されている（特開平7-73441号公報参照）。

【0004】また、NiPメッキ層上に磁気異方性の誘起を抑制する薄膜を形成し、これにより、NiP合金膜表面にできたポリッシュ痕の影響を受けることなく、均質な磁気特性を有する磁気記録媒体を得る技術も提案されている（特開平6-259741号公報参照）。

【0005】さらに特開平9-259418号公報によれば、シード膜をCr、Mo、Ta、Ti、W、V、Zr、Cu、Al、Si、Ag、Inのいずれかの単体、あるいはこれらの少なくとも一元素を含有する合金により構成することで、高保磁力を達成し、低ノイズ特性の磁気記録媒体が得られることが記載されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述した各技術によれば、ガラス基板やアルミニウム基板の上に成膜形成したことで、表面平滑性、低比剛性、対衝撃性の低さの点で、磁気記録媒体として今後の高記録密度への対応が困難である。

【0007】これに対し、単結晶からなる基板を用いると、高強度、高耐熱性、高耐食性、高剛性ならびに超平滑性の点で優れており、そのためにヘッド浮上量が低減

【0008】ところが、このような単結晶基板を用いると、その上に形成する膜が基板の結晶配向の影響を受け、結晶的に異方性をもちやすく、媒体面内の保磁力の異方性のない媒体を作製する上で、非常に制御が困難である。

【0009】したがって本発明の目的は、単結晶基板に起因する保磁力の異方性(モジュレーション)という課題を解消し、媒体面内において保磁力異方性の極めて少ない、かつ超平滑な高記録密度に適した磁気記録媒体を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の磁気記録媒体は、単結晶基板上にTaもしくはSiからなるシード膜と、NiAlbcc(110)配向面を有するシード膜と、Crbcc(110)配向面を有する下地膜と、Cohcp(100)配向面が媒体面内方向に対し傾斜し、かつ媒体面内で各配向が $120^\circ$ の間隔になるよう3つの配向面を設けて成るCoCr系合金の磁性膜とを順次積層してなることを特徴とする。

【0011】

【発明の実施の形態】本発明によれば、サファイア基板(単結晶アルミナ材)などからなる単結晶基板上に、TaもしくはSiからなる第一層(シード膜)と、NiAlbcc(110)配向面を有するNiAl膜などの第二層(シード膜)と、Crbcc(110)配向面を有するCr膜などの第三層(下地膜)と、Cohcp(100)配向面が媒体面内方向に対し傾斜し、かつ媒体面内で各配向が $120^\circ$ の間隔になるよう3つの配向面を設けて成るCoCr系合金の第四層(磁性膜)とを順次積層したことで、媒体面内で保磁力のばらつきを低減し、極めて平滑な今後の高記録密度に適した高密度磁気記録媒体となる。

【0012】以下、第四層(磁性膜)としてCoCrPtTa系膜を用いた場合を例にして本発明を詳述する。

【0013】同一スパッタ装置内で、第一層～第四層とを連続して成膜形成し、媒体を作製した。試料としてNo.1～No.5を作製し評価を行った。それらの膜構成を表1に示す。

【0014】試料No.1は単結晶基板上に第四層(磁性膜)を成膜形成したものである。試料No.2は単結晶基板上に第三層(下地膜)と第四層(磁性膜)を成膜形成し、試料No.3は単結晶基板上に第二層(シード膜)と第三層(下地膜)と第四層(磁性膜)を成膜形成している。

【0015】試料No.4は単結晶基板上にTaからなる第一層(シード膜)と第二層(シード膜)と第三層(下地膜)と第四層(磁性膜)を成膜形成している。また、試料No.5は単結晶基板上にSiからなる第一層(シード膜)と第二層(シード膜)と第三層(下地膜)と第四層(磁性膜)を成膜形成している。

【0016】

試料No.	基板	第1層(シード膜)	第2層(シード膜)	第3層(下地膜)	第4層(磁性膜)
1	サファイアR面	無し	無し	無し	Co <sub>68</sub> Cr <sub>19</sub> Pt <sub>9</sub> Ta <sub>4</sub>
2	サファイアR面	無し	無し	Cr	Co <sub>68</sub> Cr <sub>19</sub> Pt <sub>9</sub> Ta <sub>4</sub>
3	サファイアR面	無し	Ni <sub>50</sub> Al <sub>50</sub>	Cr	Co <sub>68</sub> Cr <sub>19</sub> Pt <sub>9</sub> Ta <sub>4</sub>
* 4	サファイアR面	Ta	Ni <sub>50</sub> Al <sub>50</sub>	Cr	Co <sub>68</sub> Cr <sub>19</sub> Pt <sub>9</sub> Ta <sub>4</sub>
* 5	サファイアR面	Si	Ni <sub>50</sub> Al <sub>50</sub>	Cr	Co <sub>68</sub> Cr <sub>19</sub> Pt <sub>9</sub> Ta <sub>4</sub>

\*印の試料 No.は本発明の範囲外のものである。

【0017】そして、各試料について各膜の結晶配向性をX線回折装置(XRD)により測定したところ、表2に示すような結果が得られた。

【0018】

【表2】

試料No.	基板	第1層(シード膜)	第2層(シード膜)	第3層(下地膜)	第4層(磁性膜)
1	サファイアR面	無し	無し	無し	(002)、(110)、(100)
2	サファイアR面	無し	無し	(200)、(110)	(110)、(100)
3	サファイアR面	無し	(110)	(110)	(100)
* 4	サファイアR面	(002)、(110)	(110)	(110)	(100)
* 5	サファイアR面	(301)、(302)	(110)	(110)	(100)

\*印の試料 No.は本発明の範囲外のものである。

【0019】試料No.1においては磁性膜中のCo結晶配向面がhcp(002)、(110)、(100)と媒体に対する垂直方向と平行方向と両方に配向しており、面内媒体には適していないことがわかる。

【0020】試料No.2においては第三層(下地膜)のCrの結晶配向がbcc(200)、(110)の結晶配向面となっており、そのために磁性膜中のCo結晶配向面がhcp(110)、(100)と媒体に対し平行方向に配向制御されているが、配向面がhcp(110)、(100)と2つの配向面に分かれており、必要な磁気特性が得られない。

【0021】試料No.3においては第二層(シード膜)のNi<sub>50</sub>Al<sub>50</sub>の結晶配向がbcc(110)の結晶配向面となっており、そのために第三層(下地膜)のCrの結晶配向がbcc(110)の結晶配向面に配向制御され、第四層(磁性膜)のCo<sub>68</sub>Cr<sub>19</sub>Pt<sub>9</sub>Ta<sub>4</sub>中のCo結晶の結晶配向がhcp(100)の結晶配向面に配向制御されている。

【0022】以下、試料No.4と試料No.5に分けて説明する。

(試料No.4について) 試料No.4においては第一層(シード膜)のTaの結晶配向が(002)、(110)の結晶配向面となっており、その他の第二層、第三層、第四層については試料No.3と同様である。従って、面内磁気記録媒体として使用できる膜構成は試料No.3と試料No.4の膜構成であることがわかる。

【0023】次に各試料(媒体)の保磁力を振動試料型磁力計(VSM)により測定した。この測定条件は、最大印可磁場13kOeで、測定サンプルは1cm角に切り出し、測定サンプルの面内方向に印可磁場がかかる方向の試料位置に取り付けて面内保磁力を測定した。その結果を表3に示す。

【0024】

【表3】

試料No.	基板	保磁力平均値(Oe)	保磁力バラツキ(%)
1	サファイアR面	1500	10.0
2	サファイアR面	2000	7.0
3	サファイアR面	2800	5.0
* 4	サファイアR面	3000	0.2
* 5	サファイアR面	3000	0.2

\*印の試料 No.は本発明の範囲外のものである。

【0025】面内磁気記録媒体として使用できるものは保磁力の面内のバラツキを1.5%以内に抑えることが必要であり、試料No.4については、磁気特性面で使用できるものであることがわかる。

【0026】また、図1に試料No.3、試料No.4の保磁力の面内バラツキ(モジュレーション)について示す。この結果から判るとおり、試料No.3のTa膜無しでは保磁力の媒体面内でのモジュレーションが発生しているが、こ

ーションが低減されている。

【0027】すなわち、試料No.4のようにTa膜の第一層を使用したことで、保磁力バラツキが平均値の1%以下に抑えられているのに対し、試料No.3のTa膜の第一層を用いないものは、保磁力バラツキが5%発生している。

【0028】次に試料No.3、試料No.4に対し、X線回折装置(XRD)により磁性膜のCohcp(100)結晶配向面を分析し、極点測定(PoleFigure)したところ、図2に示すよ



能X線回折装置(ATX-G)を用い、測定条件は、線源(Cu)には回転対陰極(50kw-300mA)、入射光学系(モノクロメーター)には人工多層膜放物面ミラー(半価幅 $0.057^\circ$ )、ソーラスリット(鉛直発散抑制 $0.50^\circ$ )、ゴニオメーター一部にはIn-Plane回折測定用に試料回転軸( $\phi$ 、最小ステップ $0.001^\circ$ )、In-Plane軸( $2\theta_x$ 、最小ステップ $0.001^\circ$ )、受光光学系(検出部)にはソーラスリット(発散角 $0.50^\circ$ )、検出器にはNaIシンチレーションカウンター(直線性:  $\sim 10^6$  cps)とした。

【0030】図2の結果から判るとおり、Cohcp(100)結晶配向面については、試料No. 3によれば、媒体面内において $180^\circ$  ずれた位置に2つの結晶ピークが現れており、本発明の試料No. 4では面内において $120^\circ$  ずつずれた位置に3つ現れている。

【0031】この結果を解析すると図3に示すようになる。試料No. 3のCohcp(100)配向面はTa膜がないことで、図2に示すように $360^\circ$  面内において対角線上に2つの結晶配向面のピークがあり、図3の( $[\sin\theta]+[\sin(\theta+\pi)]$ )の $360^\circ$ 面内における2つのピークを持つ曲線になり、その結果、保磁力Hcが媒体の $360^\circ$  面内において2つのピークを持つモジュレーションが発生していることが判る。

【0032】これに対する本発明の試料No. 4においては、Ta膜があることで、Cohcp(100)配向面は図2に示すように $360^\circ$  面内において $120^\circ$  ずつずれた3つの結晶配向面のピークがあり、図4に示すように( $[\sin\theta]+[\sin(\theta+2/3\pi)]+[\sin(\theta+4/3\pi)]$ )の $360^\circ$  面内における6つのピークを持つ曲線になり、その結果、保磁力Hcが $360^\circ$  面内において6つのピークを持ちモジュレーションの発生が低減されていることが判る。

【0033】従って、磁性膜のCohcp(100)結晶配向面は $360^\circ$  媒体面内において $120^\circ$  ずつずれた3方向に存在することにより相乗的に保磁力が加わり、結果的に媒体面内における保磁力のモジュレーションが低減される。

(試料No. 5について) 次に、第一層(シード膜)にSi膜を使用して、試料No. 4のTa膜と同様に保磁力のモジュレーション低減を検証した。第二層(シード膜)にはNiAl膜、第三層(下地膜)にはCr膜、第四層(磁性膜)にはCoCrPtTa系膜を用いている。膜構成については表1に示す。

【0034】そして、各膜の結晶配向性を評価し結果を表2に示しているが、試料No. 5においては第一層(シード膜)のSiの結晶配向が(301)、(302)の結晶配向面となっており、その他の第二層、第三層、第四層については試料No. 3、No. 4と同様である。従って、試料No. 5は面内磁気記録媒体として使用できる膜構成であることがわかる。

【0035】また、試料No. 5の保磁力を振動試料型磁力計(VSM)により測定した結果を表3に示す。保磁力の面

【0036】また、図5に試料No. 3、試料No. 5の保磁力の面内バラツキ(モジュレーション)について示す。この結果から明らかなとおり、試料No. 3のTa膜無しでは保磁力の媒体面内でのモジュレーションが発生しているが、試料No. 5のTa膜有りでは保磁力の媒体面内でのモジュレーションが低減されている。

【0037】この結果から判るとおり、Ta膜の第一層を使用した試料No. 5においては保磁力バラツキが平均値の1%以下に抑えられているのに対して、試料No. 3のTa膜の第一層を用いないものは、保磁力バラツキが5%発生している。

【0038】ここで、X線回折装置(XRD)により各試料の各膜の磁性膜のCohcp(100)結晶配向面を分析し、極点測定(Polefigure)した結果を図6に示す。

【0039】同図から判るとおり、Cohcp(100)結晶配向面は試料No. 3のTa膜無しでは媒体面内において $180^\circ$  ずれた位置に2つの結晶ピークが現れており、試料No. 5のTa膜有りでは面内において $120^\circ$  ずつずれた位置に3つ現れている。この結果を解析すると図7のようになる。

【0040】試料No. 3のCohcp(100)配向面はTa膜無しということで、図6に示すように $360^\circ$  面内において対角線上に2つの結晶配向面のピークがあり、図7に示すように( $[\sin\theta]+[\sin(\theta+\pi)]$ )の $360^\circ$ 面内における2つのピークを持つ曲線になり、結果的に保磁力Hcが媒体の $360^\circ$  面内において2つのピークを持つモジュレーションが発生していることが判る。

【0041】また、試料No. 5のようにTa膜を形成すると、Cohcp(100)配向面は図6に示すように $360^\circ$  面内において $120^\circ$  ずつずれた3つの結晶配向面のピークがあり、図8に示すように( $[\sin\theta]+[\sin(\theta+2/3\pi)]+[\sin(\theta+4/3\pi)]$ )の $360^\circ$  面内における6つのピークを持つ曲線になり、結果的に保磁力Hcが $360^\circ$  面内において6つのピークを持ち、モジュレーションの発生が低減されていることが判る。

【0042】従って、磁性膜のCohcp(100)結晶配向面は $360^\circ$  媒体面内において $120^\circ$  ずつずれた3方向に存在することにより相乗的に保磁力が加わり、結果的に媒体面内における保磁力のモジュレーションが低減される。

【0043】以上の各例においては、さらに単結晶基板の配向面をサファイアR面(112)面にするとよい。これによって、サファイアR面の格子定数あるいはA1の原子間距離と、サファイアR面の上に成膜するCr系下地膜の(110)配向面の格子定数とがほぼ一致し、エピタキシャルに成膜しやすくなる。その結果、その上の磁性膜Co系hcp(100)配向面までエピタキシャルに成膜し、磁気特性が向上する。

【0044】また、望ましくは、Cohcp(100)配向面が媒体面内方向に対し、 $0\sim 45^\circ$  の傾きをもつようにす

5°以下におさえて面内方向に向ける必要があり、それから外れると保磁力が垂直方向にでやすくなる。

【0045】なお、本発明は上記のような実施形態例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の変更や改良等は何ら差し支えない。例えば、シード膜としてはNiAl(50:50)の他に、bcc(110)配向面の格子定数がCrbcc(110)結晶配向面の格子定数と1%未満の不適合率であるAlCo層、AlFe層、CoFe層、GaNi層(各50:50)でもよい。

【0046】また、下地膜としてはCr膜の他に、Cr金属とV、Mo、Ti、W等の金属との合金の膜でもよい。

【0047】さらにまた、磁性膜としてはCoCrPtTa(68:19:9:4)膜の他に、CoCrPt、CoCrTa等の一軸結晶磁気異方性を示すCo合金であれば、いずれのものによっても形成することができる。

【0048】

【発明の効果】以上のとおり、本発明の磁気記録媒体によれば、単結晶基板上にTaもしくはSiからなるシード膜と、NiAlbcc(110)配向面を有するシード膜と、Crbcc(110)配向面を有する下地膜と、Cohcp(100)配向面が媒体面内方向に対し傾斜し、かつ媒体面内で各配向が120°の

間隔になるよう3つの配向面を設けて成るCoCr系合金の磁性膜とを順次積層したことで、媒体面内で保磁力のモジュレーションを低減し、かつ極めて平滑な高記録密度対応に適した磁気記録媒体が提供できた。

【図面の簡単な説明】

【図1】磁気記録媒体における保磁力を測定した結果を示す線図である。

【図2】磁気記録媒体におけるCohcp(100)配向面の極点を測定した結果を示す線図である。

【図3】磁気記録媒体におけるCohcp(100)配向面による保磁力のモジュレーション発生を説明する図である。

【図4】磁気記録媒体におけるCohcp(100)配向面による保磁力のモジュレーション発生を説明する図である。

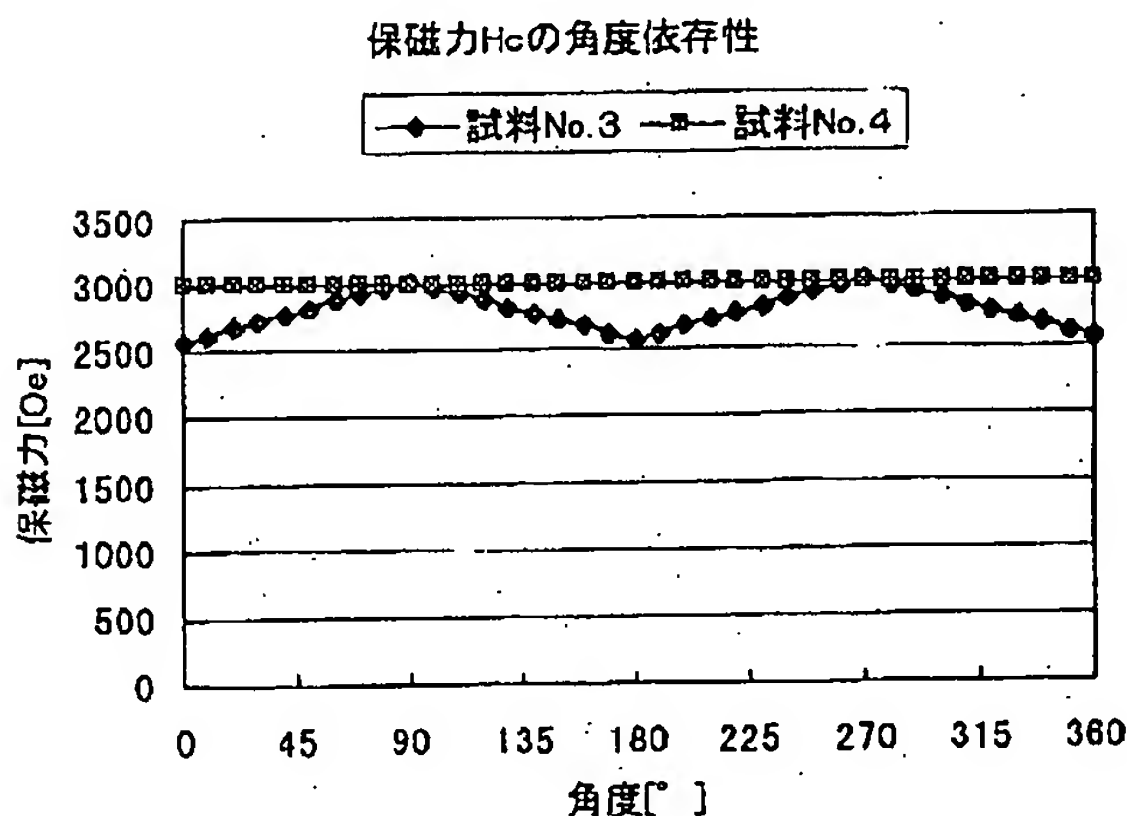
【図5】磁気記録媒体における保磁力を測定した結果を示す線図である。

【図6】磁気記録媒体におけるCohcp(100)配向面の極点を測定した結果を示す線図である。

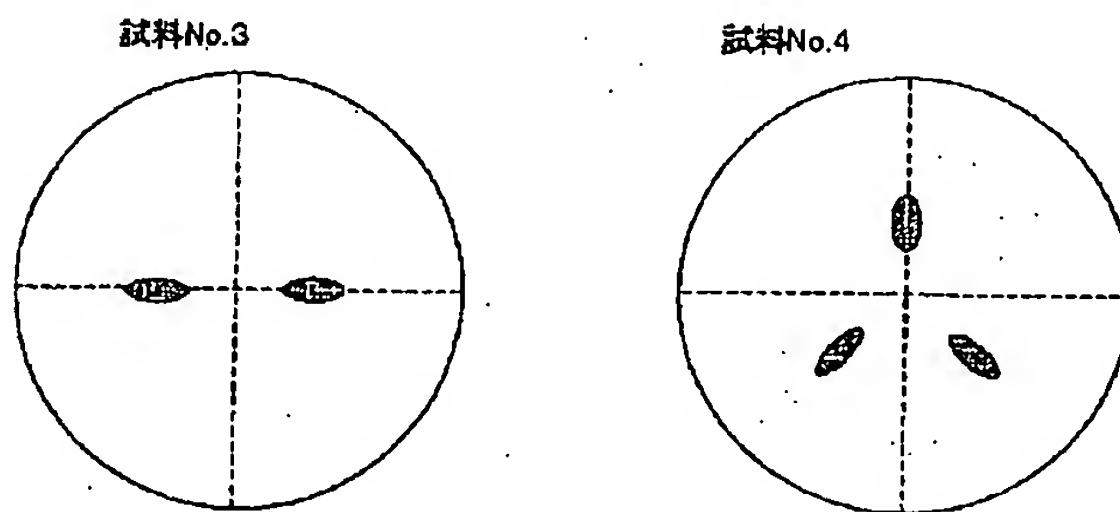
【図7】磁気記録媒体におけるCohcp(100)配向面による保磁力のモジュレーション発生を説明する図である。

【図8】磁気記録媒体におけるCohcp(100)配向面による保磁力のモジュレーション発生を説明する図である。

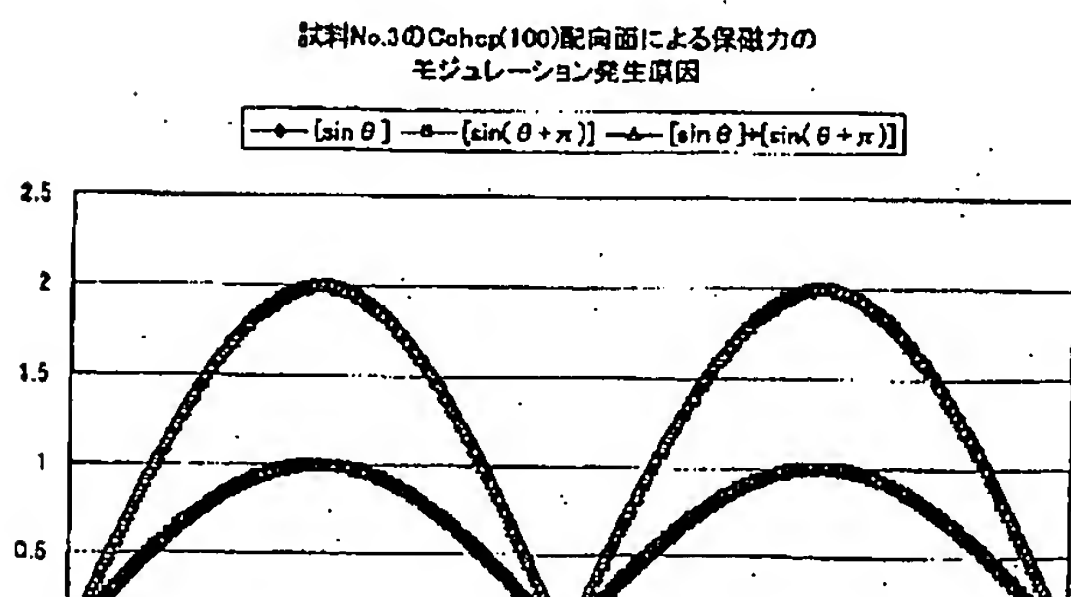
【図1】



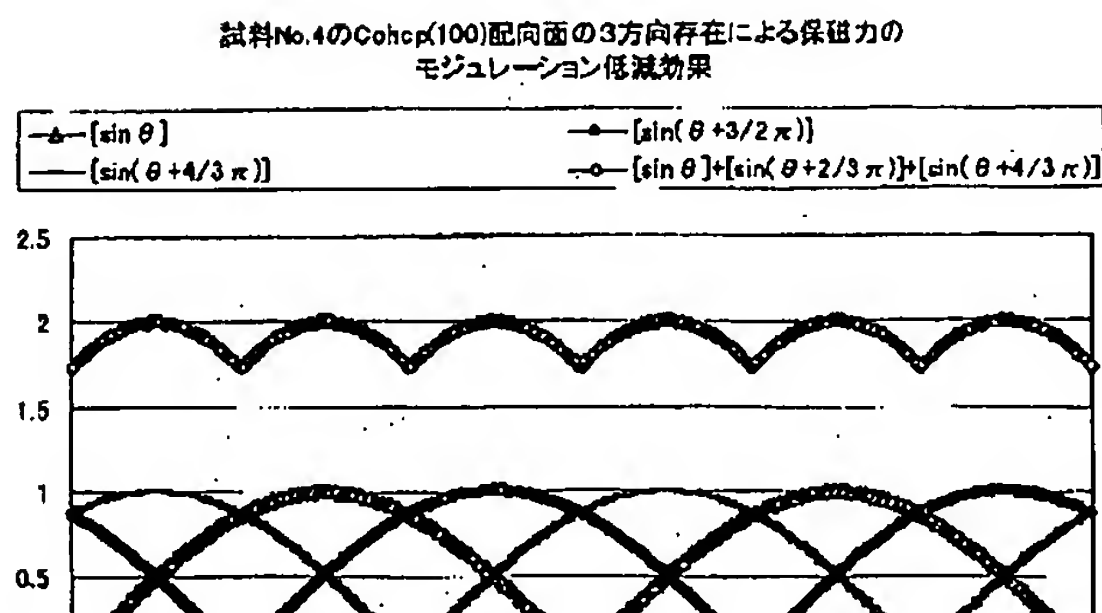
【図2】



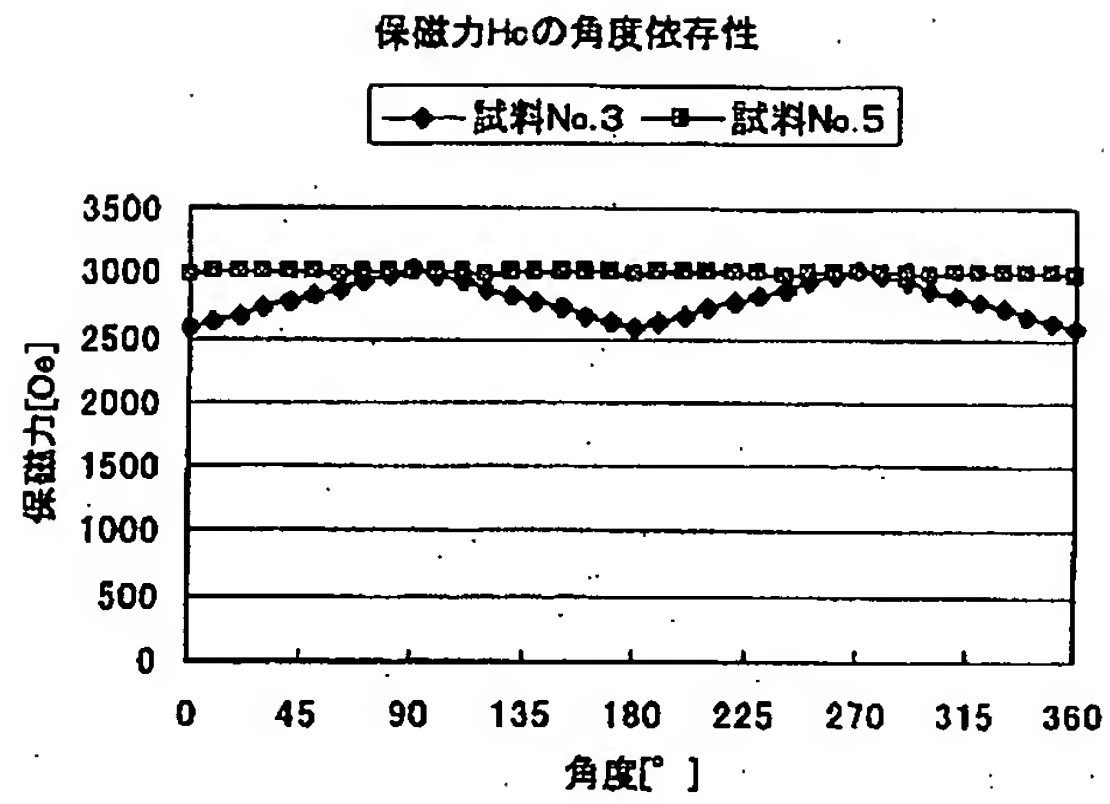
【図3】



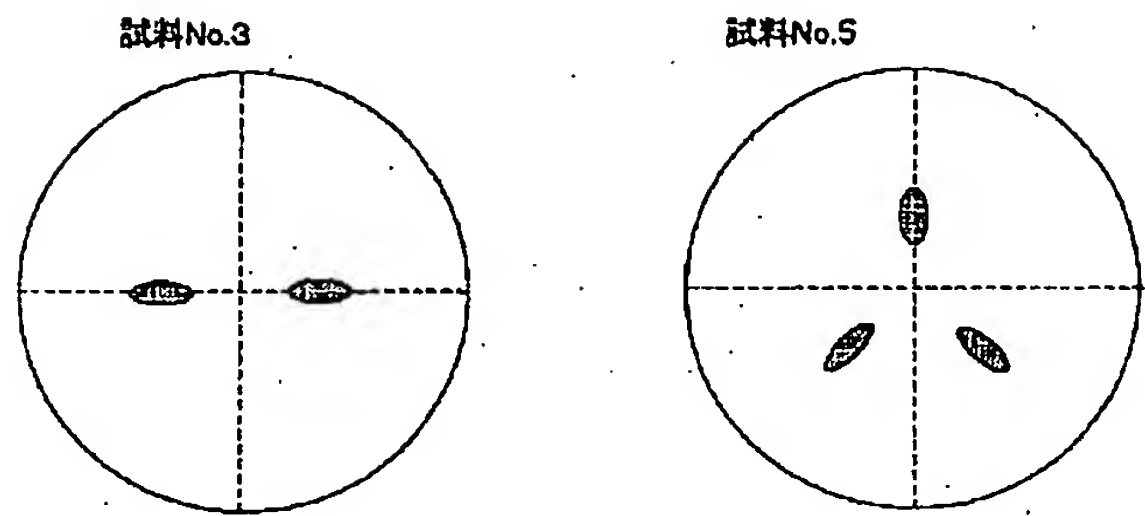
【図4】



【図5】

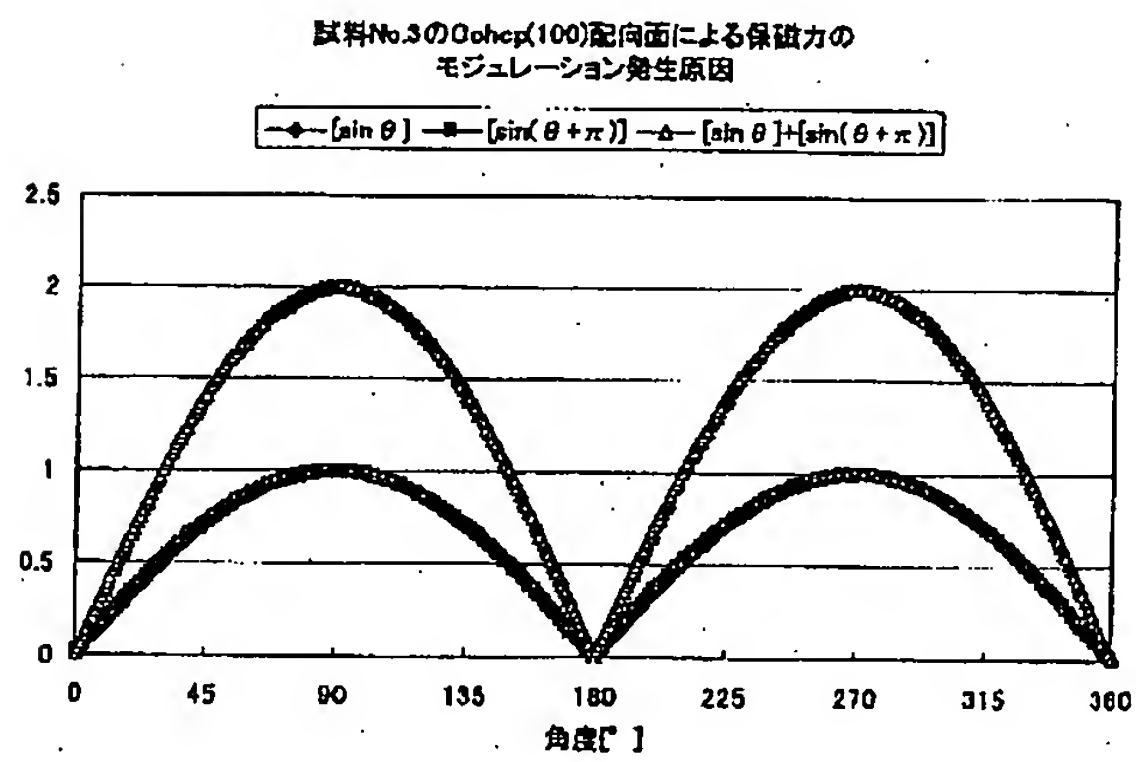


【図6】

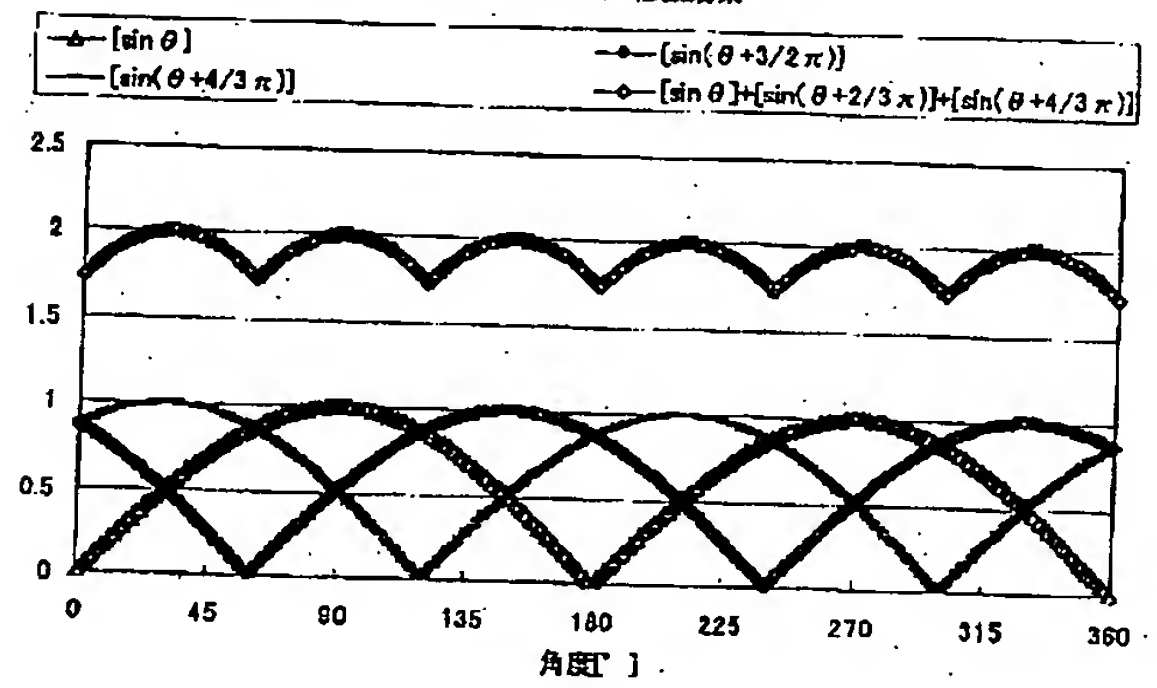


【図8】

【図7】



試料No.5の00hcp(100)配向面の3方向存在による保磁力のモジュレーション低減効果



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-7250

(43)公開日 平成8年(1996)1月12日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B	5/66			
	5/02	A 8841-5D		
	5/85	A 7303-5D		

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平6-131571

(22)出願日 平成6年(1994)6月14日

(71)出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
(72)発明者 棚橋 究  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72)発明者 高山 孝信  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72)発明者 細江 譲  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気記録媒体及びこれを用いた磁気記憶装置

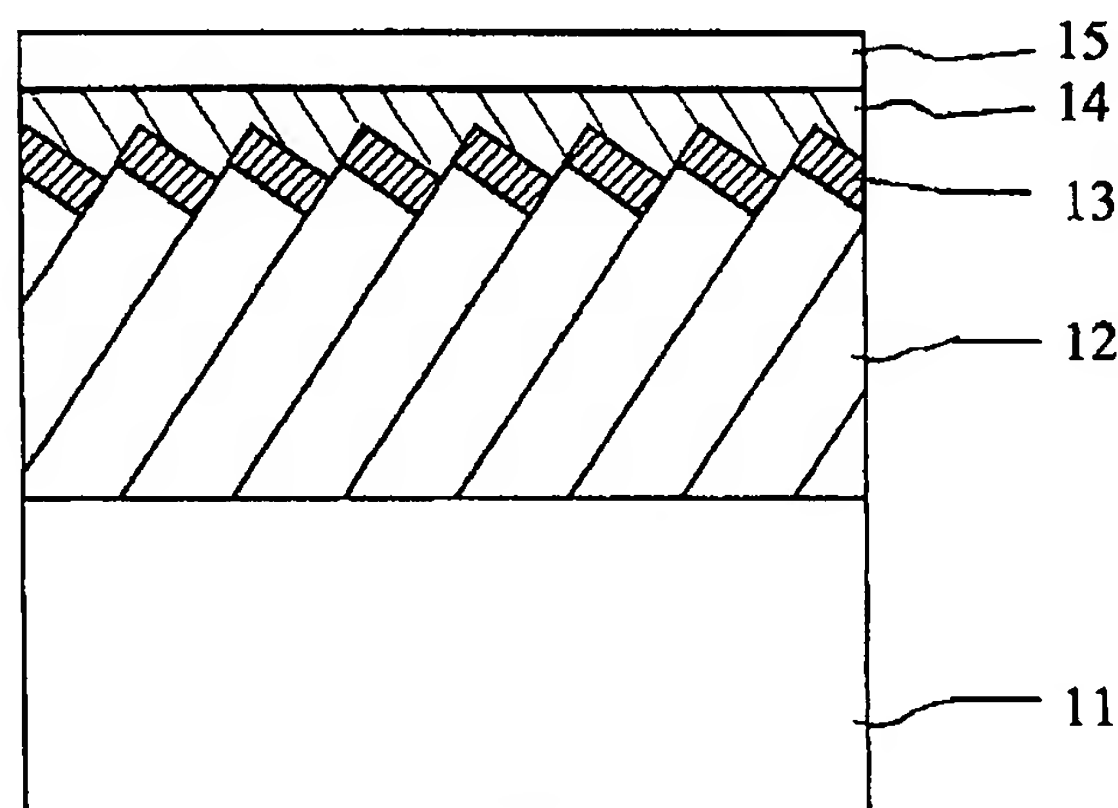
(57)【要約】

【目的】 平滑基板を使用し、強い面内の磁気異方性、高い保磁力を有する磁気記録媒体、及びこれを用いた磁気記憶装置を提供する。

【構成】 非磁性基板11上に非磁性下地層12、磁性層13、保護層14を順次積層されてなる磁気記録媒体であって、非磁性基板11をガラス、カーボン、シリコン等の平滑な表面を有する基板で構成し、非磁性下地層12を構成する柱状粒子の傾斜角度が非磁性基板11の法線方向から20°以上、50°以下の範囲にあり、磁性層13の膜厚( $t_1$ )と非磁性下地層12の膜厚( $t_2$ )の膜厚比( $t_1/t_2$ )を0.2以下の範囲とする。

【効果】 高密度記録が可能となる。

図1





## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】非磁性基板上に非磁性下地層、磁性層および保護層が順次積層されてなる磁気記録媒体において、前記非磁性基板が平滑な表面を有する基板からなり、前記非磁性下地層が柱状粒子により構成され、前記柱状粒子の傾斜角度が、前記非磁性基板の法線方向から  $20^\circ$  以上、 $50^\circ$  以下の範囲にあり、前記磁性層の膜厚 ( $t_1$ ) と前記非磁性下地層の膜厚 ( $t_2$ ) の膜厚比 ( $t_1/t_2$ ) が、0.2 以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 2】前記磁性層の膜厚が  $10\text{ nm}$  以上、 $30\text{ nm}$  以下の範囲にあることを特徴とする請求項 1 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 3】前記非磁性下地層の膜厚が  $100\text{ nm}$  以上、 $300\text{ nm}$  以下の範囲にあることを特徴とする請求項 1 もしくは 2 に記載の磁気記録媒体。

【請求項 4】前記非磁性下地層が、斜め蒸着法もしくは斜めスパッタリング法により形成されたことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の磁気記録媒体。

【請求項 5】前記非磁性基板がガラス、カーボン、又はシリコンからなることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の磁気記録媒体。

【請求項 6】磁気記録媒体と、磁気記録媒体を回転駆動する回転駆動部と、磁気ヘッドと、磁気ヘッド駆動部と、記録再生信号処理系とを具備してなる磁気記憶装置であって、前記磁気記録媒体が、請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の磁気記録媒体であることを特徴とする磁気記憶装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は磁気記録媒体および磁気記憶装置に係り、特に高密度磁気記録に好適な薄膜型記録媒体、及びこれを用いた小型大容量磁気記憶装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】コンピュータのダウンサイジングに伴い、磁気ディスク装置その他の外部記憶装置の小型大容量化・高速アクセス化が強く求められている。特に、磁気ディスク記録装置は高密度高速記録に適した記憶装置であり、その需要が一段と強まりつつある。磁気ディスク装置に用いられる磁気記録媒体として、酸化物磁性体の粉末をディスク基板上に塗布した塗布型の記録媒体と、金属磁性体の薄膜を基板上にスパッタリング等の方法により蒸着した薄膜型の記録媒体とが知られている。

【0003】この薄膜型記録媒体は、塗布型記録媒体と比較して記録膜中の磁性体の密度が高いため、高密度の記録に適している。薄膜媒体の基板には通常  $\text{Ni-P}$  系

易軸とする面内磁気異方性付与の目的で、表面中心線平均粗さが  $2\text{ nm}$  ないし  $100\text{ nm}$  程のテクスチャーと呼ばれる溝や突起が形成されている。

【0004】現在、実用化されている  $\text{Al}$  合金基板を用いた磁気ディスク装置は、面内磁気異方性を利用して高い記録密度を実現している。一方、磁気ディスク装置の小型化に伴い、ノート型パソコンといった可搬型コンピュータにも組み込まれるようになり、そのため、ディスクの耐衝撃性の要求が一段と高まっている。従来使われている  $\text{Al}$  (アルミ) 合金基板では  $\text{Al}$  (アルミ) 合金の硬さが不十分のため、ヘッドがディスクに衝突した際、ディスクが損傷する恐れがある。そこで耐衝撃性に優れたガラス基板が注目を集めているが、表面が硬くテクスチャー加工が困難という問題がある。

【0005】ヘッド粘着の問題は基板もしくは保護膜に等方的な凹凸を形成することで解決できるが、この手法では面内磁気異方性を付けることはできない。平滑基板上で面内磁気異方性を付ける方法として斜め蒸着法 (例えば特開昭 58-128023 号公報) や斜めスパッタリング法 (例えば特開昭 62-82516 号公報、特開昭 62-150516 号公報、特開平 4-182925 号公報) といった斜め入射法が知られているが、面内磁気異方性は付与できるが、面内保磁力は最大でも  $1.6\text{ kOe}$  以下と低く、高密度磁気記録媒体 (例えば、 $2\text{ Gb/inch}^2$  の面記録密度を実現するためには、 $2\text{ kOe}$  以上の面内保磁力が必要である) としては不十分である。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】耐衝撃性に優れたガラス基板を用いた磁気ディスク装置が製品化されはじめたが、面記録密度は  $\text{Al}$  (アルミ) 合金基板を用いた磁気ディスク装置に比べ低いのが現状である。この原因の一つとして前述したように面内磁気異方性を付与できないことがあげられる。今後、ガラス、カーボン、シリコン等の表面が極めて平滑な基板を用いた磁気ディスク装置で、 $\text{Al}$  (アルミ) 合金基板を用いた磁気ディスク装置と同等以上の面記録密度を達成するためには、強い面内磁気異方性および高い面内保磁力を有する磁気記録媒体を形成する必要がある。

【0007】以上の従来技術における課題および状況を鑑み、本発明の第一の目的は、表面が極めて平滑な基板で強い面内の磁気異方性および高い保磁力を有する磁気記録媒体を提供することであり、第二の目的はこのような媒体を用いた大容量で高い信頼性を有する磁気記憶装置を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の上記第一の目的を達成するために、非磁性基板上に非磁性下地層、磁性

非磁性下地層が柱状粒子により構成され、柱状粒子の傾斜角度が、非磁性基板の法線方向から $20^\circ$ 以上、 $50^\circ$ 以下の範囲にあり、磁性層の膜厚( $t_1$ )と非磁性下地層の膜厚( $t_2$ )の膜厚比( $t_1/t_2$ )が、0.2以下とする。さらに、(1)磁性層の膜厚( $t_1$ )が10nm以上、30nm以下の範囲にあること、(2)非磁性下地層の膜厚( $t_2$ )が100nm以上、300nm以下の範囲にあること、(3)非磁性下地層が、斜め蒸着法もしくは斜めスパッタリング法により形成されること、(4)基板がガラス、カーボン、又はシリコンからなること、が最も好ましい。

【0009】上記第二の目的を達成するために、上記の磁気記録媒体と、記録用電磁誘導型薄膜磁気ヘッドと再生用磁気抵抗効果型磁気ヘッドを組み合わせた複合磁気ヘッドを用いて、磁気記憶装置を構成する。また、磁気記憶装置のための信号処理手段として、最尤復号法による信号処理手段を使用すると、さらに記録密度を向上できるので望ましい。

【0010】

【作用】非磁性下地層を斜め蒸着法もしくは斜めスパッタリング法により形成すると、非磁性下地層の膜構造は柱状構造となり、柱状粒子21は蒸気の入射方向に傾斜して成長する。柱状粒子の傾斜角度を、非磁性基板法線方向から $20^\circ$ 以上、 $50^\circ$ 以下、磁性層の膜厚( $t_1$ )と非磁性層の膜厚( $t_2$ )の膜厚比( $t_1/t_2$ )を0.2以下の範囲に設定すると、図2の3次元模式図に示すように、磁性層の粒子は非磁性下地層の柱状粒子21の形状を引き継いで成長する。

【0011】蒸気入射方向24と直交する方向26(以下、直交方向と呼び、図4に示すように、この直交方向46は、蒸気入射面42と磁性層により形成される平均的な面との交線と与えられる方向(以下、平行方向45と呼ぶ)と直交する方向である)には、磁性層の粒子22は複数個(平均的には、2~3個)が垂直方向26で連結して、クラスタ23を形成する。一方、平行方向25(図4の平行方向45に対応する)には、非磁性下地層の柱状粒子21の段差があるため、段差の間では磁性層の隣接する粒子は連結しない。即ち、同一段差内において、直交方向26で各柱状粒子21上に形成された磁性層22が、複数個連結してクラスタ23が形成される。

【0012】クラスタ23は、蒸気入射方向と直交する方向(直交方向26)を長軸とする異方的な形状を持つため、いわゆる形状磁気異方性により一軸異方性が誘起され、磁性層面内で蒸気入射方向と直交する方向が磁化容易軸とする磁気異方性が付与される。また、非磁性下地層の膜厚を100nm以上、300nm以下に設定することにより非磁性下地層の柱状粒子のサイズが均一

受けにくく、かつ単磁区粒子的に振る舞うサイズとなる。その結果、高い保磁力が得られ、かつ磁化状態の分散(磁化方向のバラツキ)が小さくなり媒体ノイズが減少する。

【0013】本発明の磁気記録媒体は、媒体ノイズを低く抑えることができるので、記録用電磁誘導型薄膜磁気ヘッドと再生用磁気抵抗効果型磁気ヘッドを組み合わせた複合磁気ヘッドを用いることにより、1平方インチあたり1ギガビットの記録密度を実現できる。

【0014】

【実施例】図1に示すように、非磁性基板11上に非磁性下地層12、磁性層13、保護層14を、斜め蒸着法もしくは斜めスパッタリング法により順次形成する。磁性層13および保護層14は、通常の蒸着法もしくはスパッタリング法により形成してもよい。このとき基板温度は $100^\circ\text{C}$ 以上、 $300^\circ\text{C}$ 以下とし、蒸気入射角度を非磁性基板法線方向から $40^\circ$ 以上、 $70^\circ$ 以下とするのが望ましい。

【0015】強い面内磁気異方性および高い面内保磁力を有する磁気記録媒体を形成するには、磁性層13の膜構造を磁性粒子が複数個連結した異方的なクラスタ構造にし、なおかつ隣接するクラスタ間の磁氣的相互作用を低減することが有効である。このような膜構造を実現するためには非磁性下地層12の膜構造を柱状構造にし、柱状粒子の傾斜角度を非磁性基板法線方向から $20^\circ$ 以上、 $50^\circ$ 以下とし、なおかつ磁性層の膜厚( $t_1$ )と非磁性層の膜厚( $t_2$ )の膜厚比( $t_1/t_2$ )を0.2以下とすることが望ましい。非磁性下地層の膜厚は100nm以上、300nm以下、磁性層の膜厚は10nm以上、30nm以下の範囲とするのが、クラスタのサイズを均一化する上で望ましい。なお、保護層14の上に、最終的に潤滑層15を形成する。以下、本発明の磁気記録媒体の実施例を、詳細に説明する。

【0016】(実施例1)図3に示すように、表面中心線平均粗さが1.4nmを有する外径95mmφの強化ガラス基板(コーニング0313)からなる基板31上に200nmのCr下地層32、10nm~30nmのCo磁性層33、10nmのカーボン保護層34を斜め蒸着法により形成し、最後に3nmのパーフルオロアルキルポリエーテル系の潤滑層35を形成した。蒸気入射角度は基板法線方向に対し、 $45^\circ$ と $70^\circ$ とした。蒸着前の真空度は $2 \times 10^{-6}$ Torr、基板温度は $300^\circ\text{C}$ 、蒸着速度はCr下地層を(0.5nm~1.0nm)/s、Co磁性層及びカーボン保護膜を(0.05nm~1.0nm)/sとした。

【0017】また、比較例1として蒸気入射角度を $20^\circ$ とした磁気記録媒体を、比較例2としてCo磁性層の膜厚を50nm以上とした磁気記録媒体を、それぞれ実



下地層の膜厚 ( $t_2$ ) の膜厚比 ( $t_1/t_2$ ) が0.2以下、比較例2の媒体では、上記の膜厚比が0.2以上となっている。

【0018】実施例1、及び比較例1、2の磁気記録媒体の面内保磁力を、試料振動型磁力計 (VSM) を用いて測定した。ここで最大印加磁界は13kOeとした。図4に示すように、面内保磁力の測定方向は膜面内で蒸気の入射方向に沿った方向 (平行方向45) と直交する方向 (直交方向46) の2方向とした。平行方向45と、直交方向46は言い替えると、平行方向45は、蒸気入射面42 (この面の所定位置に蒸気入射方向44が、面41の法線軸から所定の蒸気入射角度をもって配置される) と、磁性層により形成される平均的な面41との交線で与えられる方向であり、直交方向46は、平行方向45と直交する方向である。

【0019】図5に、膜面内で蒸気の入射方向に沿った平行方向45で測定した面内保磁力を、図6に、膜面内で蒸気の入射方向と直交する直交方向46で測定した面内保磁力を、それぞれ示す。以下、図5、図6、図7において、点□、点△ (黒塗の点△も同じ)、点○ (黒塗の点○も同じ) は、蒸気入射角度がそれぞれ、20°、45°、70°であることを示す。さらに、図5において、Co磁性層の膜厚約30nmでの、実施例1の2点 (黒塗の点△、黒塗の点○)、比較例3における点○と点□はそれぞれ重なり、また図6において、Co磁性層の膜厚約30nmでの比較例3における点○と点△はほぼ重なる。

【0020】Co磁性層の膜厚が10nm~30nmの範囲で、蒸気入射角度を45°と70°とした場合は、高い面内保磁力が得られ、蒸気の入射方向と直交する方向では1700 Oe以上、最大で2983 Oeの高い面内保磁力が得られた。比較例1の蒸気入射角度を20°とした媒体の面内保磁力は、最大でも1500 Oeに達しなかった。また比較例2のCo磁性層の膜厚が50nm以上の媒体も、面内保磁力が1100 Oe以下と低かった。

【0021】次に実施例1、及び比較例1、2の面内の磁気異方性を調べるために、トルクカーブを測定した。ここで印加磁界は13kOeとした。トルクカーブの  $\sin(2\theta)$  成分をCo磁性膜の体積で割り、面内の磁気異方性エネルギーを求め、その結果を図7に示す。図7において、Co磁性層の膜厚約30nmでの比較例3における点○と点△と点□はほぼ重なる。実施例1の媒体は、膜面内で蒸気入射方向と直交する方向を磁化容易軸とする一軸磁気異方性を示し、 $8 \times 10^5 \text{ erg/cc}$  以上、最大で  $1 \times 10^6 \text{ erg/cc}$  の高い磁気異方性エネルギーが得られた。それに対し、比較例1の蒸気入射角度を20°とした媒体は、最大でも  $5 \times 10^5 \text{ erg/cc}$

が  $7 \times 10^5 \text{ erg/cc}$  以下と実施例1の媒体に比べ低かった。

【0022】実施例1、および比較例1の媒体の断面形態を走査型電子顕微鏡で観察した結果、実施例1の媒体のCr下地層は明瞭な柱状組織となっており、柱状粒子の傾斜角度は基板の法線方向から20°以上、50°以下の範囲にあった。一方、比較例1の媒体のCr下地層には、明瞭な柱状組織がみられなかった。

【0023】以上のことより、強い面内磁気異方性および高い保磁力を有する磁気記録媒体を作製するためには、非磁性下地層の柱状粒子の傾斜角度を、基板の法線方向より20度以上、50°以下の範囲とし、かつ磁性層の膜厚 ( $t_1$ ) と非磁性下地層の膜厚 ( $t_2$ ) の膜厚比 ( $t_1/t_2$ ) を0.2以下にすることが有効であることが判明した。

【0024】Cr下地層が、面内の保磁力及び磁気異方性に与える影響を明らかにするために、比較例3としてCr下地を形成せず、ガラス基板上に直接Coを30nmの厚さ形成した媒体の面内保磁力と磁気異方性エネルギーを測定した。その結果を図5、図6、図7に示す。Cr下地層を形成しない比較例3の媒体の面内保磁力は、蒸気入射角度にほとんど依存せず、約500 Oeと小さい値を示し、また磁気異方性エネルギーも  $1 \times 10^5 \text{ erg/cc}$  以下と小さかった。即ち、Cr下地膜は面内保磁力を高め、磁気異方性を付与する役割を果たしていることが判明した。

【0025】(実施例2) 以下に、本発明の磁気記憶装置の実施例について詳細に説明する。実施例1と同様に、表面中心線平均粗さが1.4nmを有する外径95mmφの強化ガラス基板 (コーニング0313) 上に200nmのCr下地層、10nmのCo磁性層、10nmのカーボン保護層を、斜め蒸着法により形成し、最後に3nmのパーフルオロアルキルポリエーテル系の潤滑層を形成した。なお、図8に示すようにガラス基板72を、一部に開口を有するマスク73で覆い、基板ホルダー71と基板固定部材71'によりガラス基板72を固定して、ガラス基板72を回転させ、蒸発源74からの蒸気入射角度を基板の法線方向に対して45°だけ基板の半径方向に傾斜させて設定した。蒸着前の真空度、基板温度、蒸着速度は、実施例1の条件と同じである。このようにして得られた磁気記録媒体を、1枚~10枚組み込んで磁気記憶装置を作製した。図9(a)、及び図9(b)にそれぞれ、磁気記憶装置の平面模式図および断面図を示す。この装置は磁気記録媒体81と、これを回転駆動する駆動部82と、磁気ヘッド83、及びその駆動手段84と、磁気ヘッド83の記録再生処理手段85を有してなる、周知の構成を持つ磁気記憶装置である。磁気ヘッド83として、記録用電磁誘導型薄膜磁気

7

チあたり1ギガビットが実現できた。

【0026】以上の各実施例において、磁性層としてCoを用いたが、Coの代わりにCoNiCr、CoCrTa、CoCrPt等のCo系合金を用いても同様な結果が得られた。又、平坦基板として、ガラス基板の代わりにカーボン基板、又はシリコン基板を使用しても同様の結果を得ることができ、平坦基板の表面中心線平均粗さは、2nm以下であることが好ましい。

【0027】

【発明の効果】本発明によれば、ガラス、カーボン、シリコン等の表面が平滑な基板で高密度記録が可能な磁気記録媒体、及びこれを用いた小型で大容量の磁気記憶装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気記録媒体の模式的断面を示す図。

【図2】本発明の磁気記録媒体の磁性層と非磁性下地層の界面部分を模式的に示す図。

【図3】本発明の一実施例の磁気記録媒体の断面を模式的に示す図。

【図4】本発明の一実施例の蒸気入射角度及び面内保磁力の測定方向の定義を示す図。

【図5】本発明の一実施例の磁気記録媒体の蒸気入射方向と、平行方向の面内保磁力とCo磁性層の膜厚との関係を示す図。

8

【図6】本発明の一実施例の磁気記録媒体の蒸気入射方向と、直交方向の面内保磁力とCo磁性層の膜厚との関係を示す図。

【図7】本発明の一実施例の磁気記録媒体の磁気異方性エネルギーとCo膜厚との関係を示す図。

【図8】本発明の一実施例の磁気記録媒体の基板と蒸気入射方向との関係を示す図。

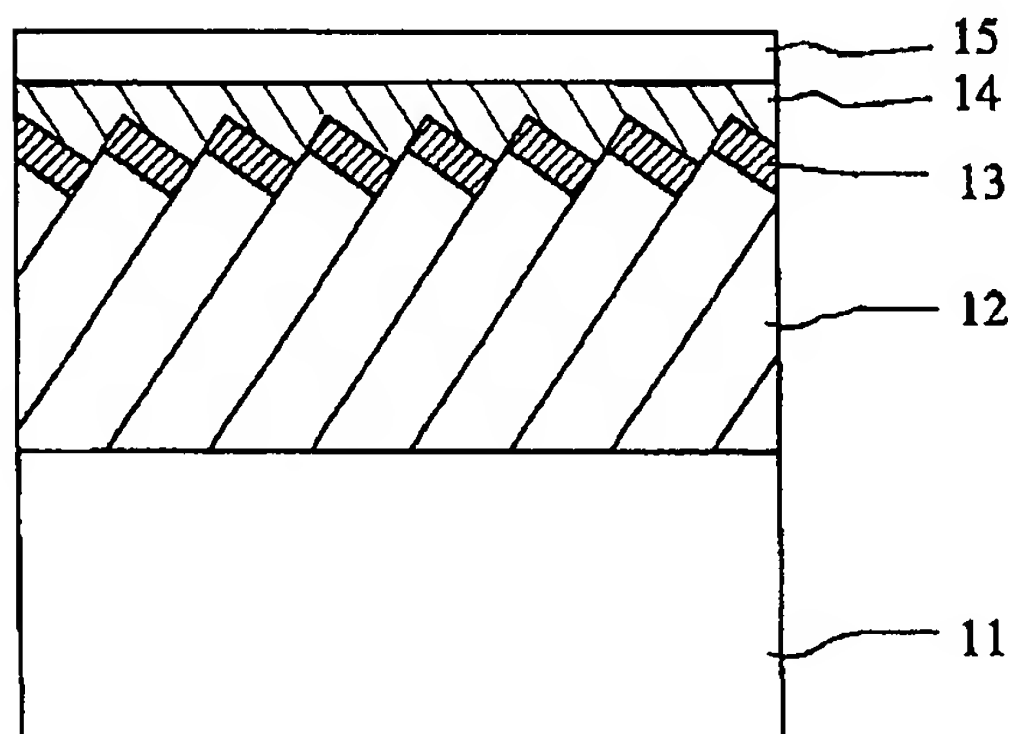
【図9】(a)は本発明の一実施例の磁気記憶装置を模式的に示す平面図、(b)は(a)におけるA-A'断面図。

【符号の説明】

11…非磁性基板、12、21…非磁性下地層、13、22…磁性層、14…保護層、15、35…潤滑層、23…クラスタ、24、44…蒸気入射方向、31、72…ガラス基板、32…Cr下地層、33…Co磁性層、34…カーボン保護層、41…磁性層により形成される平均的な面、42…蒸気入射面、43…蒸気入射角度、44…蒸気入射方向、25、45…平行方向、26、46…直交方向、71…基板ホルダー、71'…基板固定部材、73…マスク、74…蒸着源、81…磁気記録媒体、82…磁気記録媒体駆動部、83…磁気ヘッド、84…磁気ヘッド駆動部、85…記録再生信号処理系。

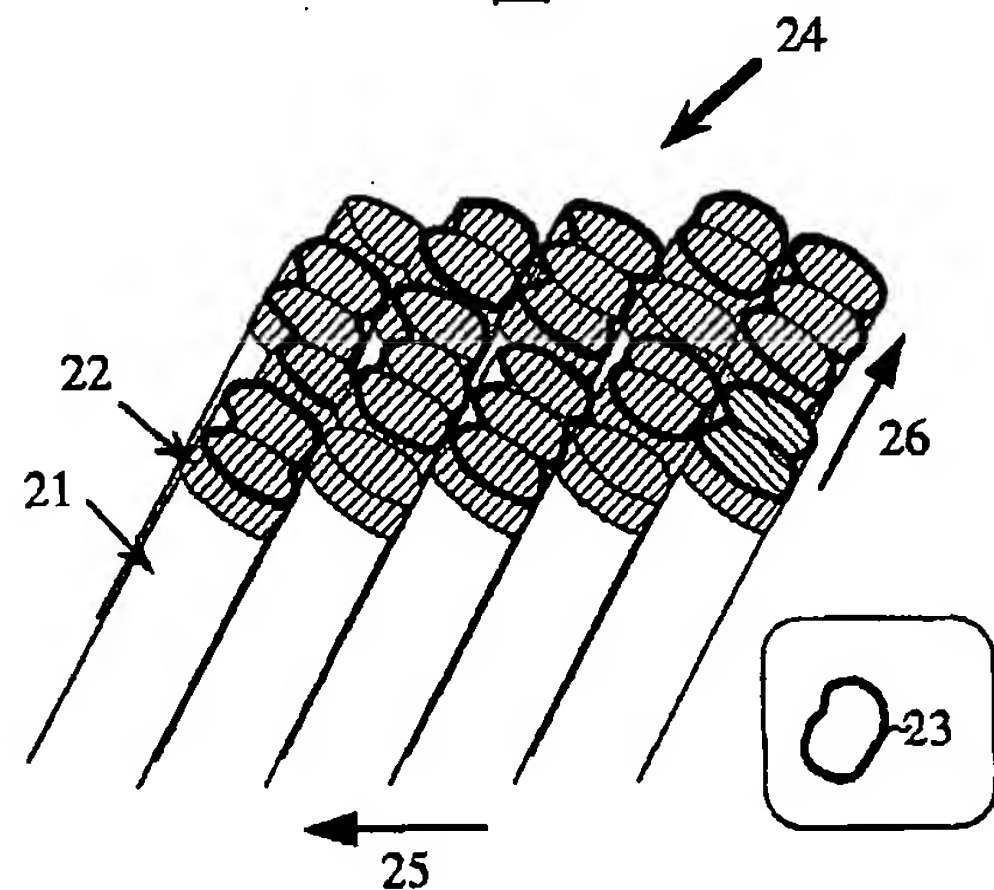
【図1】

図1



【図2】

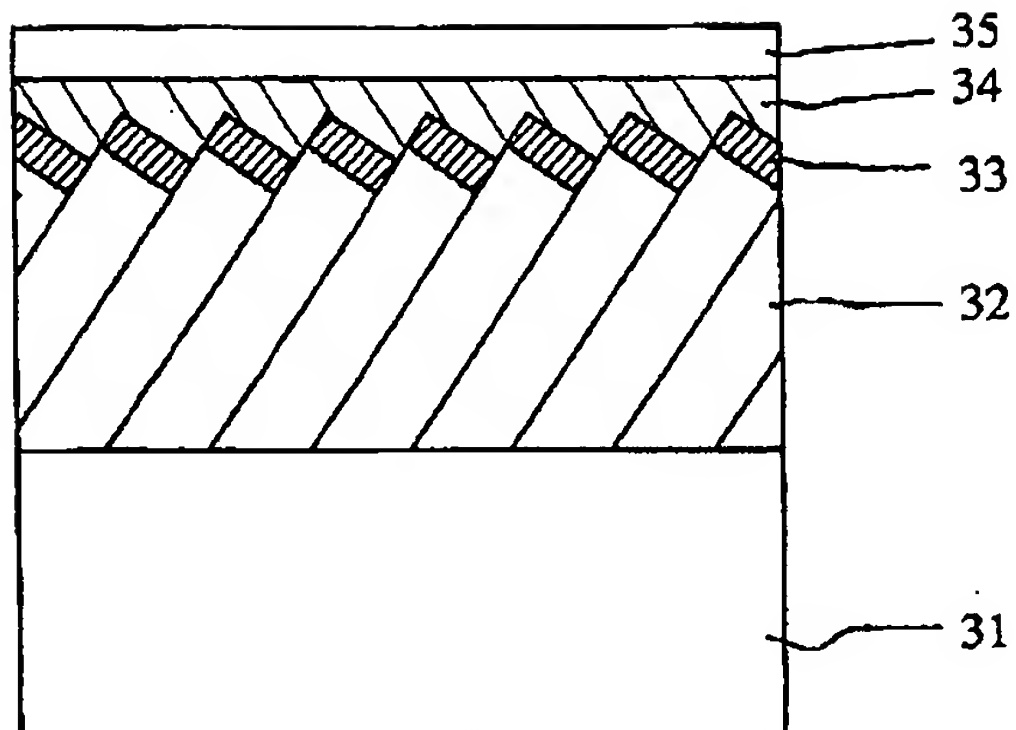
図2





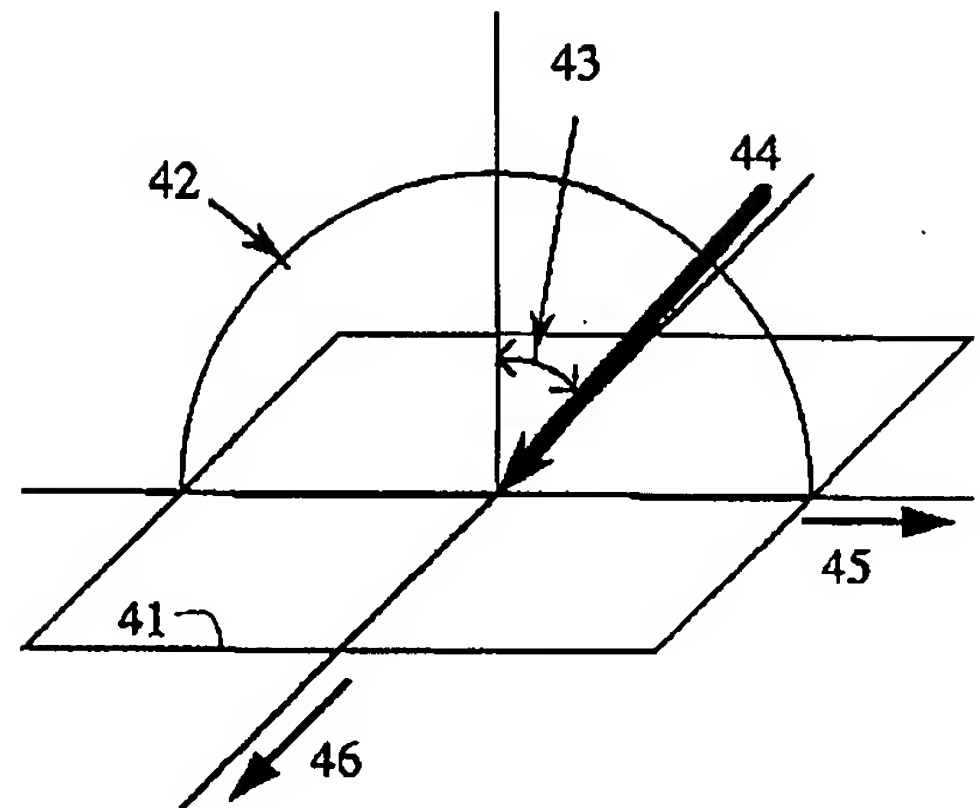
【図3】

図3



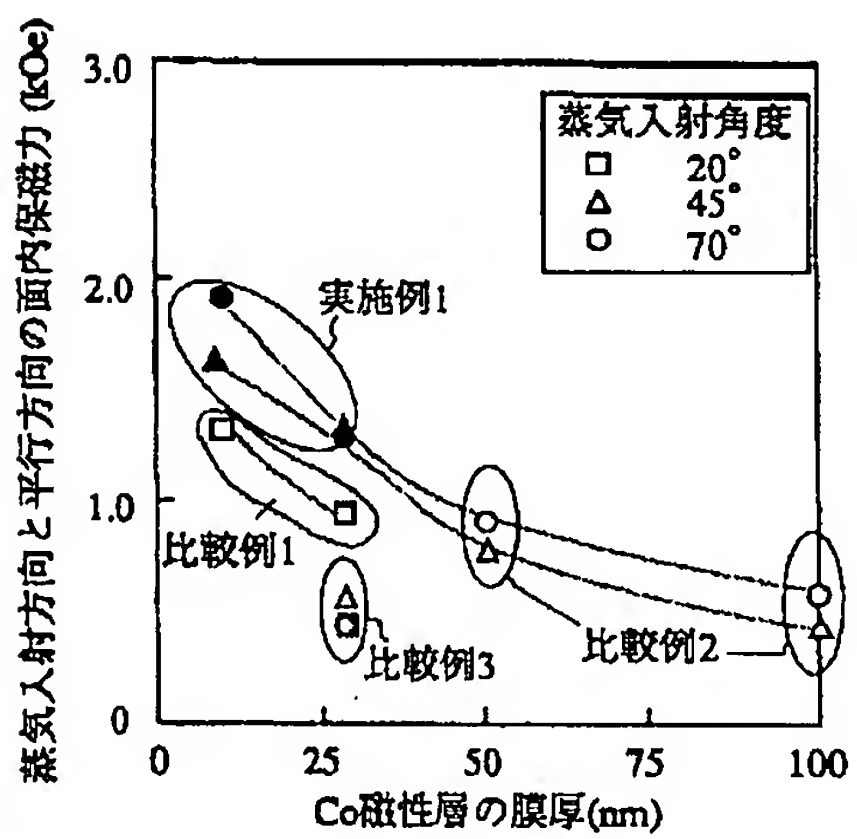
【図4】

図4



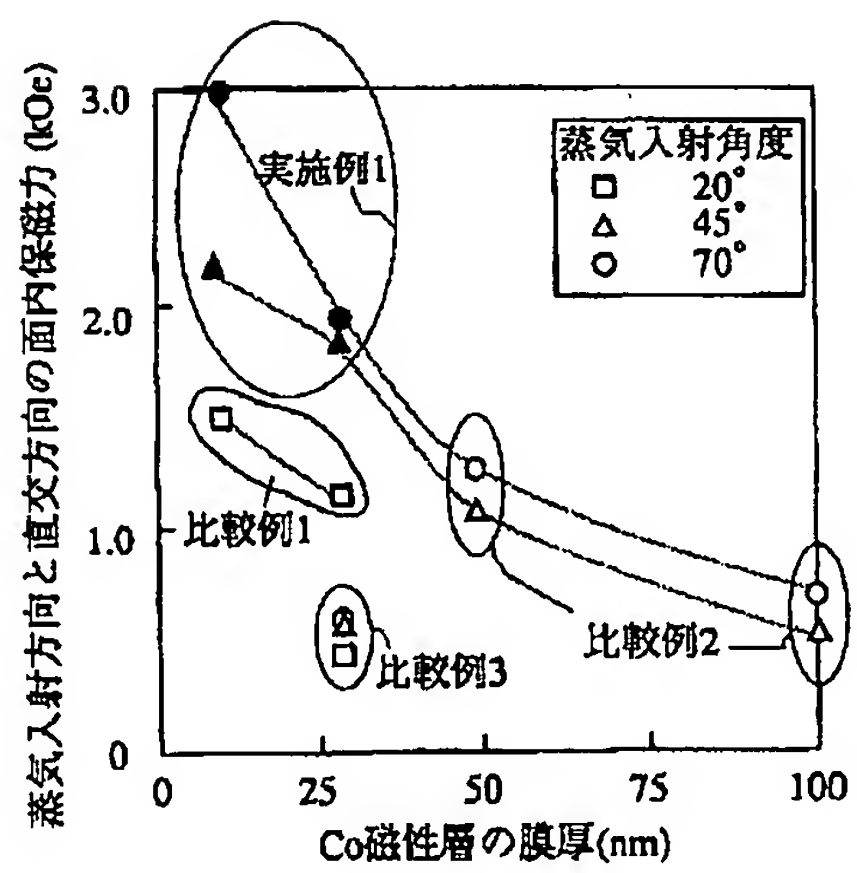
【図5】

図5



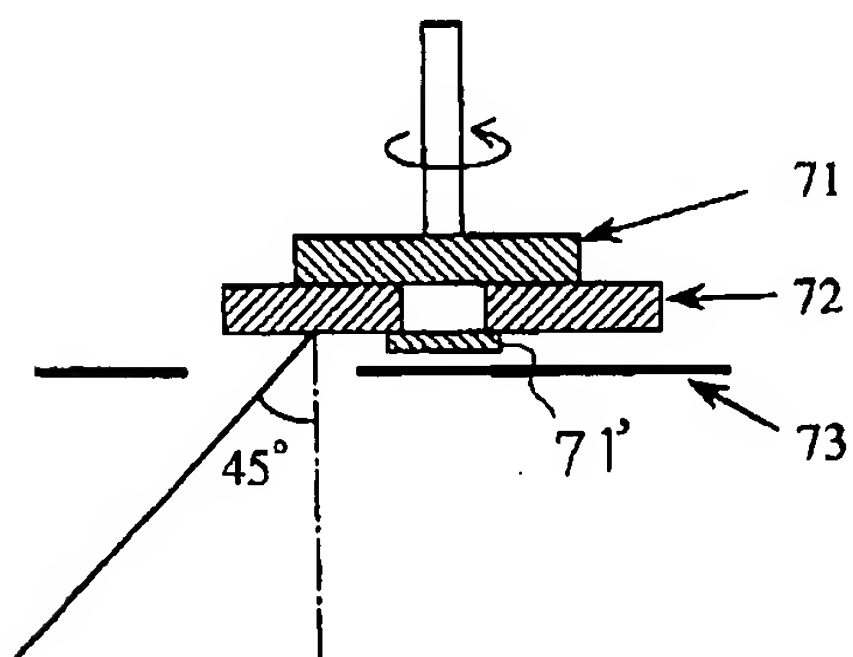
【図6】

図6

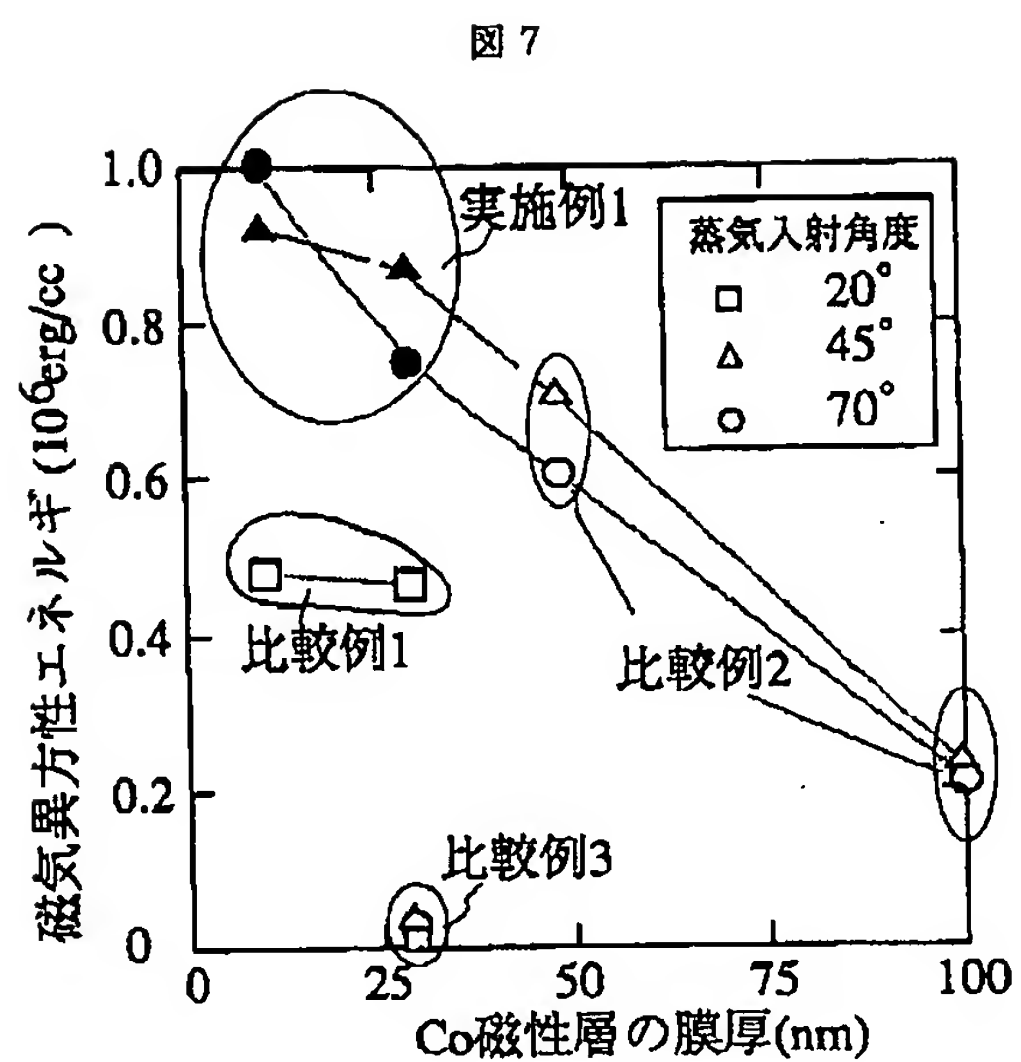


【図8】

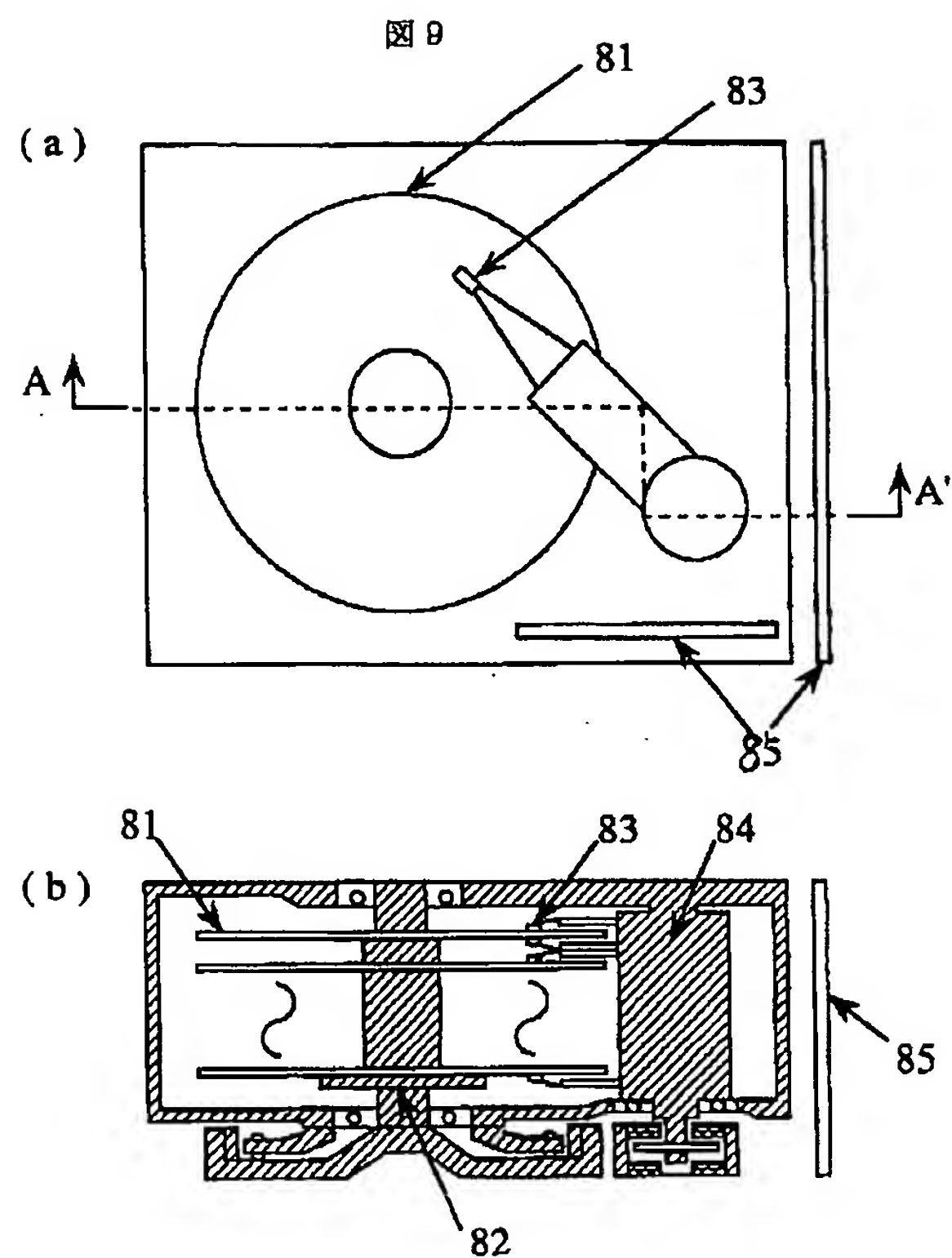
図8



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 二本 正昭

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内